TRAVAUX PRATIQUES
SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGENIEUR

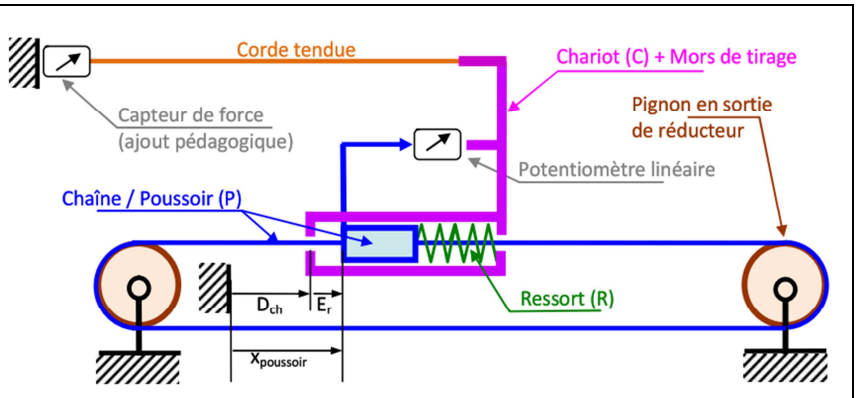
Modélisation dynamique et asservissement des systèmes

CI23 CI24 CI26

CORDEUSE SP55 : contrôle de la tension de corde

Problématique

Ingénieurs dans un bureau d'étude, vous êtes chargés d'établir un modèle de connaissance puis de le vérifier, de l'adapter et de le valider par rapport au système réel lors d'essais dynamiques. Une analyse plus fine du point de vue dynamique (bilan d'énergie, cinétique des éléments en mouvement, pertes des liaisons) permettra de déterminer les points d'améliorations possibles des solutions techniques.



Démarche à suivre et problématique : La résolution de la problématique proposée est faite sous forme collaborative en trois activités autour du même support *(travail en îlot).*

ACTIVITE 1 (2H) : Contrôle et performances des systèmes asservis, modèle de connaissance dynamique

Par une approche globale du système, identifier et établir une partie des éléments du modèle de connaissance en exploitant sa documentation technique. Simuler numériquement le modèle obtenu (logiciel SCILAB) et proposer des réponses temporelles permettant de le comparer au système réel.

ACTIVITE 2 (2H) : Contrôle et performances des systèmes asservis, approche expérimentale dynamique

Exploiter le système existant et relever sa réponse réelle, agir sur ses réglages pour obtenir une réponse répondant aux critères de stabilité, précision et rapidité.

ACTIVITE 3 (2H) : Analyse dynamique du système (énergie cinétique, puissances et qualité des liaisons, cinétique des éléments en mouvement) et propositions d'amélioration.

En exploitant le système réel, sa documentation et les documents de cours, faire un bilan des éléments importants pour sa dynamique :

- Energie cinétique, puissances intérieures et extérieures, pertes, rendements des constituants,
- Qualité des liaisons en place et solutions d'amélioration,
- Cinétique des éléments en mouvement et influence sur la dynamique au niveau de l'actionneur.

Proposer une synthèse permettant d'améliorer le comportement du système.

SYNTHESE DES 3 ACTIVITES ET COMMUNICATION ORALE (1H) :

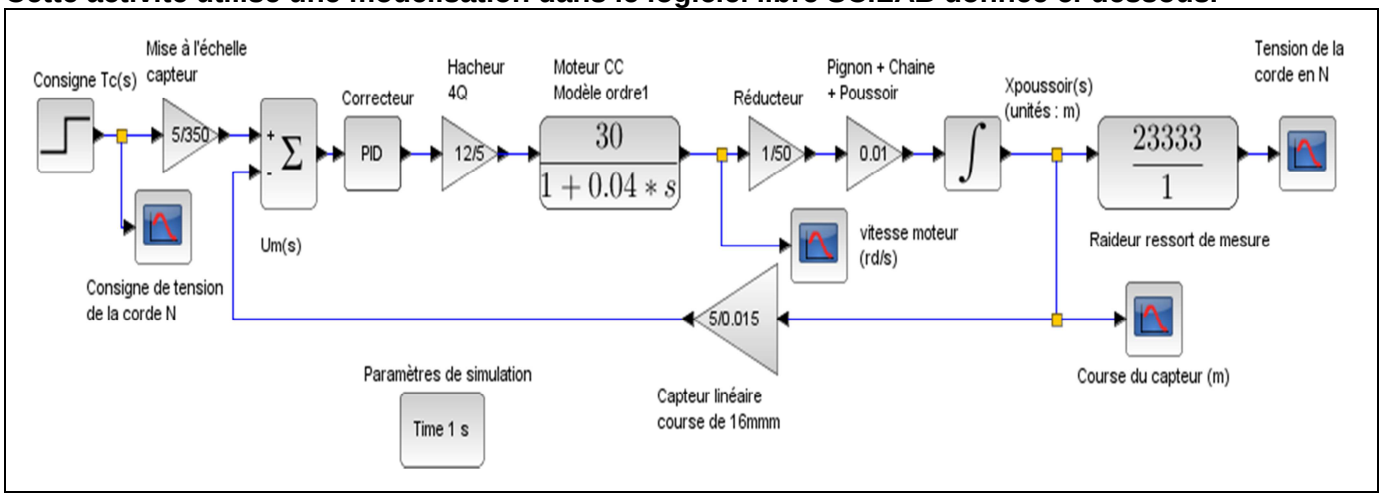
Confrontation et échanges sur les 3 activités réalisées selon les axes suivants :

- Modèle du système et identification des éléments relevant de la dynamique.
- Comparaison du comportement dynamique du modèle et du système réel
- Influence des éléments dynamiques (masse et répartition) et de leur variation
- Localisation des éléments imparfaits générant des pertes et évaluation qualitative de leur influence.

Désignation d'un rapporteur et synthèse orale de 5 minutes devant un professeur.

ACTIVITE 1 (2H) : Contrôle et performances des systèmes asservis, modèle de connaissance

Cette activité utilise une modélisation dans le logiciel libre SCILAB donnée ci-dessous.



COMPREHENSION GLOBALE DU MODELE, FONCTION DE TRANSFERT DE CONSTITUANTS

Répondre en annotant clairement le document réponse DR1.

1. LOCALISER le moteur électrique et INDIQUER sa technologie, SITUER et NOTER la tension d'induit U et sa vitesse rotorique $\Omega_{R/0.}$

2. DONNER le modèle électrique de l'induit (schéma), DEDUIRE son équation électrique instantanée puis dans le domaine de Laplace. La SIMPLIFIER si on néglige sa résistance et DEDUIRE l'expression du courant I(p).

3. Indiquer à partir de la notice du moteur ANNEXE 1, le moment d'inertie Jm du moteur seul et celui de la charge rapportée Jeq. ECRIRE le principe fondamental de la dynamique sur l'axe du moteur en négligeant le couple résistant.

4. ETABLIR alors en exploitant vos réponses précédentes la relation entre la vitesse du moteur et la tension U à ses bornes dans le domaine de Laplace. FAIRE les applications numériques et VALIDER alors le modèle du premier ordre retenu pour la MCC.

5. Le moteur entraîne un réducteur, puis un ensemble pignon chaîne. LOCALISER et VERIFIER leurs fonctions de transfert (attention aux unités…).

L'information de position est donnée par un capteur analogique à course rectiligne fournissant 5V pour un déplacement de 15 mm.

6. LOCALISER ce capteur et valider sa fonction de transfert.

La mise en tension de la corde et transmise par un ressort taré qui s'écrase de 1mm sous un effort de compression de 23,33 N.

7. LOCALISER et VALIDER sa fonction de transfert.

EXPLOITATION DU MODELE, SIMULATION NUMERIQUE, COMPORTEMENT DYNAMIQUE

8. Ouvrir le fichier CORDEUSE_TP3_JCR.zcos par un double clic et attendre quelques secondes

9. VERIFIER qu'il correspond à la figure ci-dessus puis REGLER le correcteur PID (P=5 ; I=0 et D=0).

10. LANCER la simulation pour une consigne de tension de corde de 200N retardé de 0,1s et attendre l'obtention des résultats graphiques. IMPRIMER directement ces tracés ou faire un copié /collé dans un document Word. DONNER un titre précis identifiant la situation testée.

11. RELEVER pour les résultats importants **(distinguer valeur absolue avec ses unités et relative en %)** :

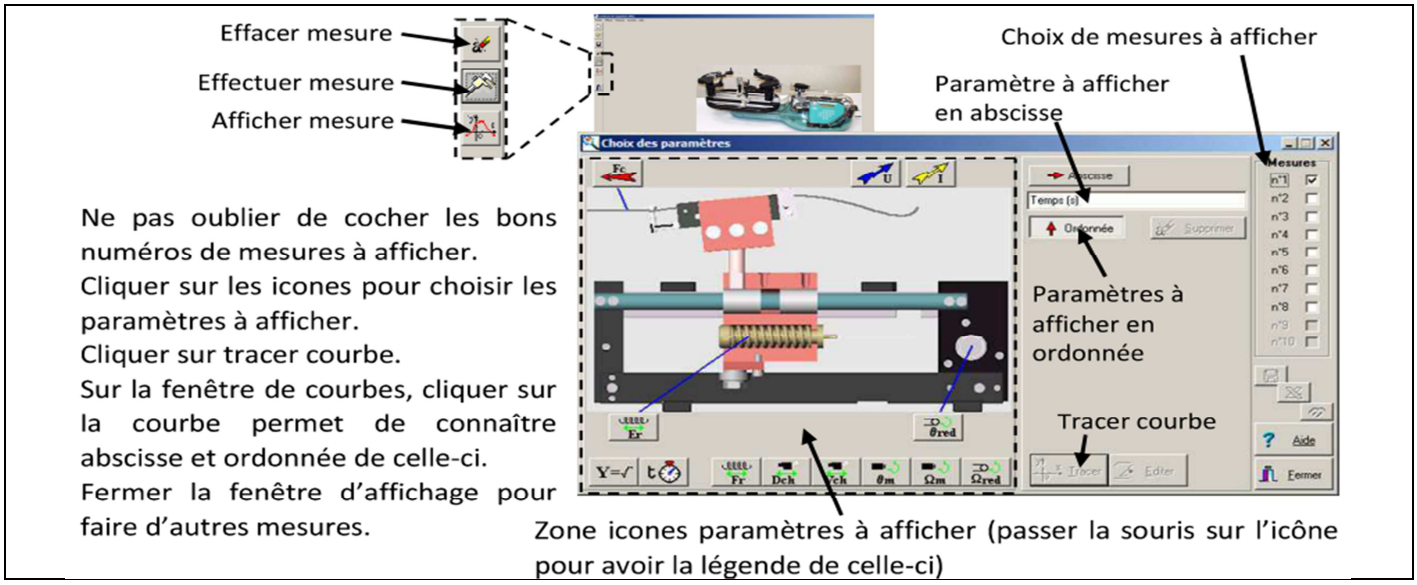
- valeur finale et valeur éventuelle du premier dépassement D1(%), l'erreur finale absolue et relative,
- temps de réponse à 5% et temps de montée (de 10% à 90% de la variation de la sortie),
- pseudo période ω_R éventuelle des oscillations,

12. REGLER le système pour obtenir une réponse sans dépassement mais la plus rapide possible (amortissement m = 1, réponse dite critique) en agissant sur les paramètres du correcteur.

13. ENREGISTRER le tracé de la réponse de la mise en tension de la corde l'IMPRIMER et l'EXPLOITER de façon pertinente.

14. FAIRE une synthèse de l'activité que vous venez d'effectuer sur les points clé que vous avez compris relatif au comportement transitoire (dynamique) du système et au réglage du correcteur.

ACTIVITE 2 (2H) : Contrôle et performances des systèmes asservis, approche expérimentale


Effacer mesure
Effectuer mesure
Afficher mesure
Choix de mesures à afficher
Paramètre à afficher en abscisse
Choix des paramètres
Paramètres à afficher en ordonnée
Tracer courbe
Ne pas oublier de cocher les bons numéros de mesures à afficher.
Cliquer sur les icones pour choisir les paramètres à afficher.
Cliquer sur tracer courbe.
Sur la fenêtre de courbes, cliquer sur la courbe permet de connaître abscisse et ordonnée de celle-ci.
Fermer la fenêtre d'affichage pour faire d'autres mesures.
Zone icones paramètres à afficher (passer la souris sur l'icône pour avoir la légende de celle-ci)

DECOUVERTE DU SYSTEME ET DU LOGICIEL D'ACQUISITION

1. PRENDRE connaissance du mode d'emploi de la cordeuse et PROGRAMMER une tension de corde de 20kgF.
2. LANCER le logiciel d'acquisition et METTRE en tension la corde en faisant une acquisition pour un aller-retour du chariot sous la tension de 20kgF (attention, la séquence d'enregistrement ne dure que 10s).
3. EXPORTER les données et faire TRACER simultanément
   - le déplacement du chariot
   - la tension (effort en N) dans la corde
   - le courant absorbé par le moteur
   - la vitesse angulaire en sortie de réducteur.

   ANALYSER la causalité (relations de cause à effet, ordre des événements) de ces phénomènes.
4. RELEVER pour la tension (effort en N) dans la corde les résultats importants **(distinguer valeur absolue avec ses unités et relative en %)** :
   - valeur finale et valeur éventuelle du premier dépassement D1(%), l'erreur finale absolue et relative,
   - temps de réponse à 5% et temps de montée (de 10% à 90% de la variation de la sortie),
   - pseudo période ω_R éventuelle des oscillations,

REGLAGE DU CORRECTEUR PID

Une carte externe, équipée d'un microprocesseur identique à celui de la machine, permet de piloter la machine en remplacement de la carte industrielle. Elle permet d'effectuer une correction ***Proportionnelle Intégrale Dérivée.***

Pour connecter cette carte, mettre la machine hors tension. Brancher le connecteur carré à l'arrière de la machine, la remettre sous tension, connecter le bouchon sur la prise correspondante : le message Bus Occupé s'affiche au clavier. Brancher le connecteur 25 broches en remplacement du bouchon. Valider les actions au clavier en appuyant sur la touche 'V'.

Un appui sur la touche RESET de la carte auxiliaire permet de lancer un autre groupe d'actions.

Les valeurs des coefficients Kp, Ki et Kd correspondent à celles de la simulation à condition que la fréquence d'échantillonnage soit celle programmée, c'est à dire ici Te = 0,063 s.

REGLAGE PROPORTIONNEL :

5. Lancer une mise en tension et visualiser F corde avec une consigne de 250 N (25 kgF…) pour différentes valeurs de Kp = 1, 10, 20. Comparer les réponses et conclure sur la précision et la stabilité.

REGLAGE INTEGRAL : Pour supprimer l'erreur finale dite « erreur statique » car en réponse à un échelon, il faut mettre en place une correction de type PI (Proportionnelle + Intégrale).

6. Lancer une mise en tension et visualiser F corde avec une consigne de 250 N avec Kp = 10 et Ki = 0; 2 et 4. Comparer les réponses et conclure sur la précision et la stabilité.

SYNTHESE ET CONCLUSION SUR VOTRE ACTIVITE

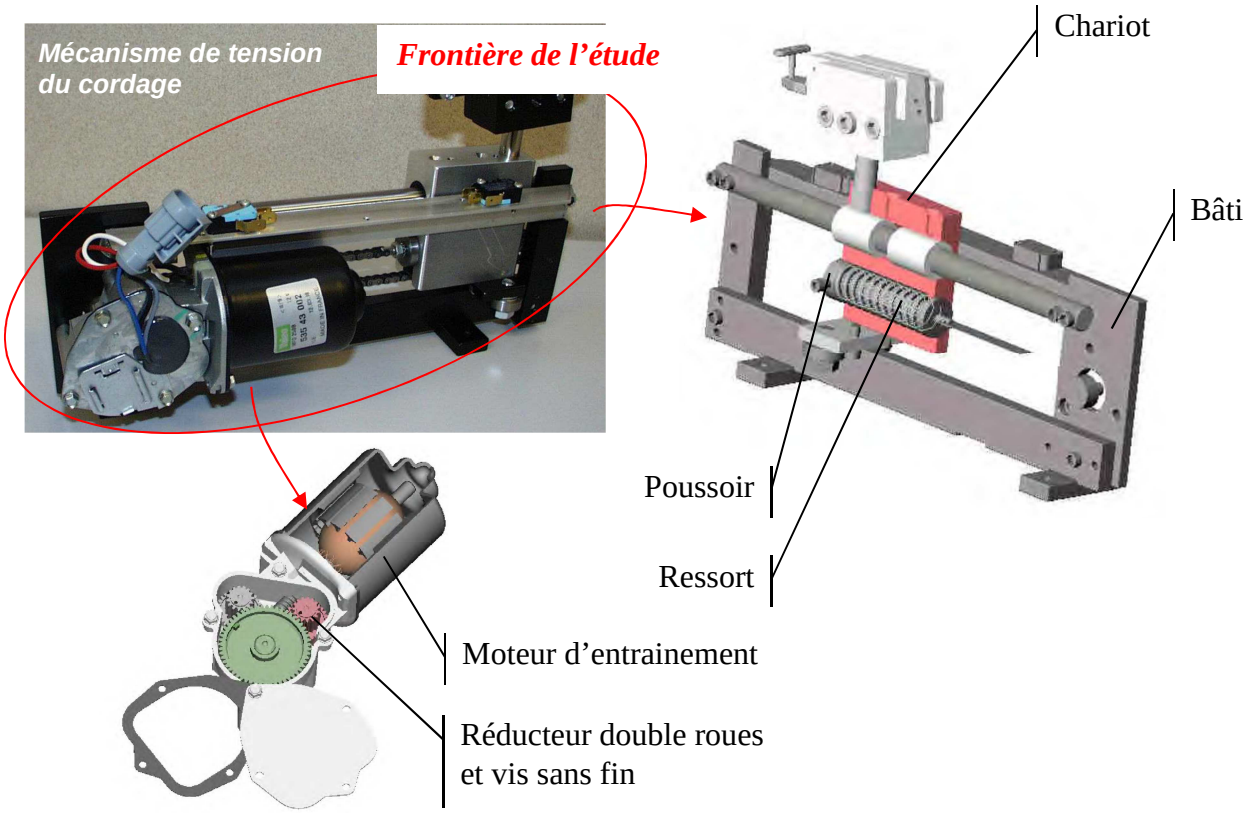
7. INDIQUER et COMMENTER quelles sont les influences sur **la mise en tension de la corde** du type de correction P et PI.

ACTIVITE 3 (2H) : Analyse dynamique du système et propositions d'amélioration.

En exploitant le système réel, sa documentation et les documents de cours, vous allez faire un bilan des éléments importants pour sa dynamique :

ENERGIE CINETIQUE, PUISSANCES INTERIEURES ET EXTERIEURES

Mise en place des éléments de l'étude



1. Différentes vues du système sont données. Localiser sur le système les principaux éléments et décrire précisément la nature de leur mouvement.

L'énergie cinétique emmagasinée dans le système

2. Pour chacun de ces mouvements proposer l'expression de l'énergie cinétique correspondante. Les écritures abordées en cours seront impérativement respectées.
3. D'après l'observation des mouvements décrits, quels sont ceux qui engendreront une énergie cinétique prépondérante.

Prise en compte des puissances intérieures

4. 1er cas : On suppose la liaison glissière entre le chariot et le bâti comme parfaite. Déterminer le comoment des torseurs cinématique et statique au centre de cette liaison (attention à l'ordre des indices). En déduire l'écriture correspondante de la puissance dissipée par cette liaison.
5. 2ème cas : Les frottements sont pris en compte dans cette même liaison glissière. Ils sont associés au modèle d'une force résistante, notée Fr, suivant la direction du déplacement. En déduire la puissance désormais dissipée dans cette liaison.
6. Dans quel cas cette puissance sera considérée comme « intérieure » ou « extérieure » au système (termes utilisés dans l'écriture du théorème de la puissance cinétique).
7. Résumer succinctement la méthode de détermination et le rôle des puissances intérieures dans un système. Quelle hypothèse doit-on impérativement vérifier avant de commencer une étude dynamique ?

Prise en compte des puissances extérieures

8. Lister l(es) action(s) mécanique(s) engendrant une puissance dite « extérieure » lorsque le système en fonctionnement.
9. Formuler l'écriture de la puissance extérieure correspondante.

PERTES, RENDEMENTS DES CONSTITUANTS

10. Proposer un protocole expérimental permettant de quantifier les pertes globales dues au frottement dans la liaison glissière.
11. Quelles solutions technologiques ont été employées pour minimiser ces pertes ?

Synthèse de l'étude

12. En s'appuyant sur le théorème de la puissance cinétique, proposer une synthèse écrite permettant d'améliorer le comportement du système.